Aus dem Hygienischen Institut der Universität Rostock.

Kritische und experimentelle Prüfung der Ventilationseinrichtungen

im Hygienischen Institut zu Rostock.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

der

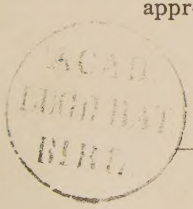
Medizinischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt

von

Maryan Foerster,

approbiertem Arzt aus Posen.



Rostock.

Universitäts-Buchdruckerei von Adler's Erben.

1902.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen
Fakultät der Universität Rostock.

Referent: Prof. Dr. Pfeiffer.

Seinem lieben Bruder,

dem Probst Leonhard Foerster

gewidmet

vom Verfasser

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549205_0124

Einige Beobachtungen über die Leistungen der Ventilationsanlagen des Hygienischen Instituts haben Herrn Prof. Pfeiffer veranlasst, mich aufzufordern in eine Prüfung derselben einzutreten, und habe ich im Verlaufe derselben einige Gesichtspunkte und Erfahrungen gewonnen, die mir einer Veröffentlichung werth erscheinen. Den Mittheilungen dieser schicke ich jedoch zunächst eine Beschreibung des Instituts und seiner Ventilationsanlagen voraus, die ausserdem aus den drei beigegebenen Grundrissen des Erdgeschosses, Obergeschosses und Dachbodens ersichtlich werden.

Das Hygienische Institut, das im südlichen Flügel der früheren Universitäts-Frauenklinik untergebracht ist, welcher seiner Zeit als Privatwohnung des Direktors diente, ist mit der Frontseite nach Osten gerichtet; das Hauptgebäude und der nördliche Flügel der alten Frauenklinik beherbergen das Chemische Universitäts-Institut. Der Flügel für das Hygienische Institut besteht aus Keller, Erdgeschoss, Obergeschoss und Bodenraum. Im Keller befinden sich ausser den Wirthschaftsräumen und einer Stube für den Diener verschiedene Aufbewahrungsräume für Holz, Kohlen, Flaschen u. s. w.; besondere Lüftungseinrichtungen für den Keller sind nicht vorhanden. Das Erdgeschoss enthält ausser der westlich gelegenen zweizimmerigen Dienerwohnung und einem

vierfensterigen, grossen, chemischen Laboratorium, im Osttheil drei Räume, von denen der erste einfensterige als Bibliothek und Arbeitszimmer des Assistenten gebraucht wird, der zweite zweifensterige als Arbeitszimmer des Direktors dient und der dritte zweifensterige für bakteriologische Untersuchungen bestimmt ist.

Die Maasse der Räume sind folgende: Bibliothekzimmer: 2,75 m breit, 5,3 m lang und 3,80 m hoch (53,4 cbm); Direktorzimmer und bakteriologisches Laboratorium: 5,15 m breit, 5,30 m lang und 3,80 m hoch (103,8 cbm); chemisches Laboratorium: 7,90 m lang, 5,15 m breit und 3,80 m hoch (154,6 cbm).

Das Obergeschoss enthält vier Zimmer, von denen zwei, nämlich das einfensterige Waagenzimmer und das dreifensterige Auditorium nach vorn (Osten), die beiden andern, das Vorbereitungszimmer und das Privatlaboratorium des Direktors, die nur durch eine Fensterwand von einander getrennt sind, nach hinten zu liegen. Das Waagenzimmer ist 2,56 m breit, 5,45 m lang und 3,80 m hoch (53,01 cbm); das Auditorium 8,10 m breit, 5,45 m lang und 3,80 m hoch (176,6 cbm); das Vorbereitungszimmer 4,10 m lang, 5,30 m breit und 3,80 m hoch (82,6 cbm); das Privatlaboratorium 3,85 m lang, 5,30 m breit und 3,80 m hoch (77,6 cbm).

Die sämmtlichen Räume des Erdgeschosses und des Obergeschosses haben die gleichen Ventilationseinrichtungen, bestehend aus den im Fehlboden gezogenen aus Zinkblech hergestellten Zuluftkanälen von 25×30 cm Querschnitt (750 qcm) und aus den nahe dem Boden beginnenden senkrechten Abluftkanälen, welche ausnahmslos in den Zwischenwänden verlaufen. Sie haben einen verschiedenen Querschnitt je nach der Grösse des zu lüftenden Raumes zwischen 0,0625 und 0,12 qm (vgl. Grundrisse).

Die Öffnungen der Zuluftkanäle an der Stirn- und Giebelseite des Gebäudes sind durch Drahtgitter gegen gröbere Verunreinigungen geschützt; die Zimmeröffnungen derselben liegen, ausgenommen zwei Fälle, hinter den Kachelöfen, deren Rückwand 7—11,5 cm von der Mauer entfernt ist. In den so ausgesparten Räumen liegen durch seitliche Kacheln abgegrenzte Züge, die gewissermassen die senkrechten Fortsetzungen der Zuluftkanäle darstellen und dazu dienen, die einströmende Zuluft zu erwärmen. Die Züge sind etwas niedriger als die Öfen, haben einen Querschnitt von 7×30 bis 11,5×33 cm und sind durch einen horizontal bewegbaren Schieber theilweise und ganz abzusperren. In den beiden oben ausgenommenen Fällen münden die Zuluftkanäle unter den Mänteln eiserner Öfen (Käuffer'scher); durch radiäre Schieber können sie ebenfalls theilweise oder ganz verschlossen werden.

Die Abluftkanäle haben gegen das Zimmer zu zwei Öffnungen, für Sommer- und Winterventilation, die Öffnungen sind ebenfalls mit Drahtgittern versehen. Die Öffnungen für die Winterventilation tragen ausserdem hinter den Gittern eine Drosselklappe, die gestattet, den Querschnitt auf $^1/_3$ zu verringern.

Die Abluftkanäle, jeweils um einen Rauchschornstein gruppirt, sind nur bis in den übrigens sehr geräumigen Bodenraum geführt. Von den drei so gebildeten Schachtgruppen beherbergt die westliche die Abluftschächte des grossen chemischen und des Privatlaboratoriums; die östliche die Abluftschächte des bakteriologischen Laboratoriums, des Vorbereitungszimmers und des Hörsals, die nördliche endlich die Luftschächte, die vom Direktorzimmer, Bibliothekzimmer, Waagenzimmer und einem als Prüfungszimmer dienenden Raum des Chemischen

Instituts kommen; ausserdem mündet in eine verschliessbare Dachkammer, ebenfalls neben einem Rauchschornstein gelegen, ein einzelner Schacht (30 × 30 cm), der die Abluft aus einem kleinen Laboratorium des Chemischen Instituts wegführt.

Die Abluftschächte sind meist ganz gerade gezogen, einige wenige sind nach hinten und seitlich geknickt. Die Höhe der zur Entlüftung des Erdgeschosses dienenden ist 8,6, diejenige der Schächte des Obergeschosses dagegen nur 4,5 m. Die sämmtlichen Abluftschächte haben einen Querschnitt von zusammen 9530 qcm.

Aus dem Dachraum kann die durch die Schächte eingebrachte Abluft theils durch die Undichtigkeiten des Daches entweichen, theils durch einige Fenster, welche unter der Firstkante der Stirnwand liegen. Diese, 6 an Zahl, von quadratischer Form, haben an der Maueröffnung gemessen einen Querschnitt von 0,29 × 0,29 m (= 841 qcm); die Fensterscheiben sind 0,25 × 0,25 m (= 625 qcm) gross, bezw. gewesen, da sie bei zwei Fenstern nunmehr fehlen. Ursprünglich waren die Fenster zum Öffnen nicht eingerichtet, zwei sind auch gegenwärtig nicht zu öffnen, bei zweien fehlen, wie kurz vorher erwähnt, die Scheiben, bei den beiden letzten auch die Füllungen, sodass zum Entweichen der Abluft nur 4 Fenster mit einem Querschnitt von 2 × 841 und 2 × 625, zusammen 2932 qcm zur Verfügung stehen. Gegenüber dem Querschnitt der Abluftkanäle von 9530 qcm beträgt der Querschnitt der Fenster nur 2932 qcm, d. h. nicht einmal den dritten Theil. Nach der ganzen Anlage ist anzunehmen, dass der Erbauer überhaupt besondere Öffnungen zur Entlüftung des Bodenraums garnicht schaffen wollte; offenbar sind später zum Zweck einer besseren Entlüftung die Scheiben der Fenster z. Th. mit den Rahmen entfernt worden,

als sich herausstellte, dass die Entlüftung eine mangelhafte war.

Das Dach besteht aus Ziegeln und hat 5 Fenster von je 45 × 55 cm Querschnitt, die jedoch für gewöhnlich verschlossen sind und nur zur Beleuchtung des Bodenraumes dienen.

Die Querschnitte der Zu- und Abluftkanäle, die Höhe der letzteren stelle ich in nachstehender Tabelle in Vergleich zum Cubikinhalt der einzelnen Räume.

	Cubikinhalt.	Querschnitt des Zuluftkanals.	Querschnitt des Abluftkanals.	Höhe des Abluftkanals.
Erdgeschoss:				
Chemisches Laboratorium	154,6	750 □ cm	1000 □ cm	8,60 m
Bakteriolog. Laboratorium	103,8	750 „	1200 „	8,60 „
Direktorzimmer	103,8	750 „	1200 „	8,60 „
Bibliothek bezw. Assistentenzimmer. . . .	53,4	750 „	675 „	8,60 „
Obergeschoss:				
Privatlaboratorium . . .	77,6	750 „	625 „	4,50 „
Vorbereitungszimmer . .	82,6	750 „	1080 „	4,50 „
Hörsaal	176,6	1500 „	1200 „	4,50 „
Waagenzimmer	53,01	750 „	900 „	4,50 „

Jedem Fachmann werden bei der Durchsicht dieser Beschreibung und der Tabelle sofort einige Mängel der Ventilationsanlage ersichtlich werden. Diese Mängel der Anlage bedingen aber auch einige sehr fühlbare Mängel in den Leistungen derselben, der Ventilation der Institutsräume, die ich nunmehr im Einzelnen erörtern will.

Zunächst ist zu rügen, dass die Eintrittsöffnungen für die frische Luft z. Th. an der Stirnseite liegen;

denn da diese gegen eine ziemlich frequentirte Strasse gewendet ist, wird immer mehr oder weniger staubige oder sonst minderwerthige Strassenluft in die Zuluftkanäle eingeführt. Die mechanische Verunreinigung der Zuluft macht sich in den Zimmern an den Theilen der Wände und der Decke, welche im nächsten Bereich des Zuluftstromes liegen, durch recht erhebliche Staubablagerungen bemerkbar. Dazu kommt, dass die Zuluftkanäle nicht zu reinigen sind.

Nach aussen zu sind sie durch im Mauerwerk verhackte Gitter verschlossen, nach innen zu liegen sie völlig unzugänglich am Grunde der Züge hinter den Öfen, die wiederum selbst unzugänglich sind, bezw. unter den Mänteln der eisernen Öfen. Im Laufe der Jahre hat sich natürlich in diesen Zuluftschächten, besonders aber in den senkrechten Zügen hinter den Öfen massenhaft Staub abgelagert, der die Reibung der Zuluft vergrössert und bei heftigen Windstössen die letztere recht staubig macht. Bei den öfteren Reparaturen an Wänden, Decken und Öfen sind grosse Mengen Kachelstücke, Lehm, Anstrichmasse in die oben offenen Züge hineingefallen, und ich bin überzeugt, dass in einigen der Zuluftschächte solche Massen Schutt lagern, dass das Lumen derselben nahezu verstopft ist. Diese Mängel hätten vermieden werden können, wenn man die Zuluftkanäle für die östlichen Räume nicht an der Stirnseite, sondern an der Giebelseite hätte ins Freie ausmünden lassen. Für die westlichen Räume hätten natürlich die Zuluftkanäle dann an der Rückwand des Gebäudes, gegen den Institutsgarten zu, endigen müssen. Bei dieser Anordnung der Zuluftkanäle wäre nicht nur die Qualität der Zuluft eine bessere geworden, sondern es würde auch vermieden worden sein, dass dieselben in nächste Nähe von Wasserleitungsröhren zu liegen kamen. Es wäre dann nicht

nötig gewesen, wie das früher öfter geschehen war, im Winter zum Schutz der letzteren gegen Zufrieren die Zuluftschächte nach aussen abzuschliessen, was den Leistungen der Ventilationsanlagen gewiss wenig förderlich war.

Man hätte auch die Schutzgitter beweglich und damit die Zuluftkanäle der Reinigung zugänglich machen müssen und bei der Anlage der Züge hinter den Öfen darauf Rücksicht nehmen müssen, dass dieselben einer zeitweisen Untersuchung und Reinigung bedürftig werden würden. Letztere wären leicht zu bewerkstelligen, wenn die Öfen etwas weiter von den Wänden abständen und die seitlichen Zugwände theilweise oder ganz herausgenommen werden könnten. Ich finde es überhaupt merkwürdig, dass solche Einrichtungen vielfach so angelegt werden, als ob sie für eine Ewigkeit bestimmt wären, während sie doch den praktischen Erfahrungen zufolge recht häufig einer Reparatur bedürftig sind.

Ein weiterer Fehler der Ventilationsanlagen des Institutes ist das Missverhältniss der Querschnitte der Zuluft- und Abluftschächte.

Die Zuluftkanäle haben alle den gleichen Querschnitt, nämlich 750 qcm; für den grössten Raum, den Hörsaal, stehen zwei solcher Schächte mit einem Gesammtquerschnitt von 1500 qcm zur Verfügung. Dagegen sind die Abluftschächte von sehr verschiedenem Querschnitt und übertreffen hierin zumeist die Zuluftkanäle. In 2 Fällen sind die Querschnitte der Abluftschächte um 60 %, in je 1 Fall um 44 %, um 33 % und um 20 % grösser, als diejenigen der Zuluftkanäle, welche ihrerseits in 3 Fällen im Durchschnitt wieder die Abluftschächte um 25, 20 und 11 % übertreffen.

Würde durch einen warmen Abluftschacht die Luft angesaugt wie durch eine Luftpumpe, so würde

dieser Unterschied der Querschnittsverhältnisse vielleicht keinen grossen Einfluss haben; so aber wird die Lüftung in ihrem Effekt nur beeinträchtigt; durch die weiteren Abluftschächte strömt nicht mehr Luft ab, als durch die Zuluftkanäle eindringt. Ist ein weiterer Abluftschacht sehr warm, so wächst infolge der zu geringen Querschnittsverhältnisse des Zuluftkanals nur der Antheil der seitlich, unter der neutralen Zone, einströmenden frischen Luft, mit andern Worten der Zug vom Fenster her. Auch hat es schon deshalb keinen Sinn die Abluftschächte weiter als die Zuluftschächte anzulegen, weil weitere Abluftschächte nur schwerer zu erwärmen sind, namentlich in diesem Falle, wo die Wärme für dieselben aus einem benachbarten Rauchschornstein stammt.

Das Missverhältniss ist aber noch grösser, wenn man die Querschnitte der Abluftschächte gegenüberstellt den Querschnitten der Züge hinter den Öfen, also den senkrechten Endstücken der Zuluftschächte. Diese sind durchgehends weit geringer als diejenigen der horizontalen Kanäle, wie aus nachstehender Übersicht zu entnehmen ist.

	Es beträgt der Querschnitt		Somit das Verhältniss beider Querschnitte
	des horizontalen Zuluftkanals	des senkrechten Zuges hinter d. Ofen	
im chemischen Laboratorium	750 qcm	210 qcm	1 : 0,3
„ bakteriolog. Laboratorium	750 „	300 „	1 : 0,4
„ Direktorzimmer	750 „	330 „	1 : 0,44
„ Bibliotheks- und Assistentenzimmer	750 „	225 „	1 : 0,3
„ Privatlaboratorium . . .	750 „	(578,5)*) „	1 : 0,77
„ Vorbereitungszimmer . .	750 „	380 „	1 : 0,5
„ Hörsaal	1500 „	(820)*) „	1 : 0,55
„ Waagenzimmer	750 „	330 „	1 : 0,44

*) Die eingeklammerten Zahlen geben die Querschnitte der Sternroste an, welche unter den Käuffer'schen Mantelöfen liegen, und welche auf die inneren Mündungen der Zuluftkanäle aufgesetzt sind (vergl. Seite 7).

Es wird durch diese Züge der Querschnitt der Zuluftschächte auf die Hälfte, ja $^1/_3$ reducirt. Da kann es freilich nicht Wunder nehmen, dass häufig die Lüftung der Räume eine ungenügende ist, und dass namentlich eine grössere Wasserdampfproduction in den Laboratorien zum Feuchtwerden der Wände und Decken führt.

Wie ausserordentlich die Ventilation durch ein Missverhältniss in den Querschnitten der Ein- und Austrittsöffnungen gestört wird, mag folgender Versuch, der im Hörsaal angestellt wurde, beweisen.

Der dortige Abluftschacht ist, wie noch näher ausgeführt werden wird, jetzt durch einen kupfernen Spiralbrenner mit zahlreichen Flämmchen zu heizen. Nachdem die Heizung einige Zeit erfolgt war, während alle Zuluftöffnungen geschlossen worden waren und die Abluft eine gleichbleibende Temperatur (37,55 ^{0} C.) angenommen hatte, wurde die mittlere Geschwindigkeit des Abluftstromes zu 0,65 m in der Sekunde bestimmt. Die stündlich abgeführte Luftmenge berechnete sich darnach bei einem Querschnitt der Schachtöffnung $0{,}35 \times 0{,}45$ m zu 368 cbm und die stündliche Lufterneuerung zu 2. (Der Rauminhalt des Hörsals ist 176,6 cbm.)

Alsdann wurde der Zuluftkanal geöffnet. Sofort sank die Temperatur der Abluft und erreichte nach 10 Minuten gleichbleibenden Stand (35,15 ^{0} C.). Die mittlere Geschwindigkeit der Abluft erhöhte sich dabei auf 0,81 m, die stündlich abgeführte Luftmenge auf 459 cbm, entsprechend einer 2,6 maligen Lufterneuerung.

Nachdem für die Zuluft noch eine weitere Eintrittsöffnung durch Öffnen eines unter der neutralen Zone belegenen Fensters vom Querschnitte von $0{,}435 \times 0{,}485$ m hergestellt worden war, sank

innerhalb 12 Minuten die Abluftwärme auf 31,35 ° C., auf welchem Stand sie blieb. Die mittlere Geschwindigkeit der Abluft betrug nunmehr 1,15 m, der stündliche Luftwechsel 652 cbm und die stündliche Lufterneuerung 3,7.

Die Temperatur im Freien war während des Versuchs 0,3 ° C., die Windbewegung eine sehr geringe.

Stellt man dieses Versuchsergebniss tabellarisch zusammen, so ergiebt sich folgendes Bild.

	I.	II.	III.
Querschnitt des Abluftschachtes . .	0,12 qm	0,12 qm	0,12 qm
Querschnitt der Zuluftöffnungen . .	0	0,0820 qm	0,2930 qm
Temperatur der Abluft	37,55 ° C.	35,15 ° C.	31,35 ° C.
Differenz zwischen Temp. der Abluft und Zuluft . . .	37,25	34,85	31,05
Mittlere Geschwindigkeit der Abluft	0,65 m	0,81 m	1,15 m
Stündlicher Luftwechsel	368 cbm	459 cbm	652 cbm
Stündliche Lufterneuerung . . .	2	2,6	3,7
Zunahme der Leistung der Ventilationseinrichtung . . .	—	25 %	77 %

Bei einem anderen Versuche an einem späteren Tage war der Luftwechsel bei geschlossenen Zuluftöffnungen 454 cbm, bei geöffnetem Zuluftkanal und

Fenster, wie oben, jedoch 765 cbm, in letzterem Falle um 68 % grösser.

Die Leistung eines über Dach geführten Abzugschachtes pflegen die Techniker annäherungsweise zu berechnen mit Hülfe der Formel

$$V = 0{,}11 \sqrt{H(T-t)}$$

wobei H die Höhe des Abzugsschachtes in Metern, T die Temperatur der Abluft und t diejenige der Aussenluft bedeutet. Berechnet man nach dieser Formel die Leistung unseres Abluftschachtes bei dem Versuche, so ergiebt sich $V = 0{,}11 \sqrt{4{,}5 \times 31{,}05} = 1{,}3$ Meter, während der direkte Versuch V = 1,15 m ergeben hat. Die Übereinstimmung beider Werthe für V ist eine genügend gute.

Es geht aber aus diesem rechnerischen Werthe für V hervor, dass die Absicht des Technikers bei Anlage dieses Schachtes, eine gewisse Lüftungsgrösse zu sichern, nicht erfüllt worden ist, indem nicht vorgesorgt worden ist, dass die durch den Schacht abgeführte Luft auch gleich rasch wieder ersetzt werden kann. Im günstigsten Falle kann die Lüftung nur 70 % der nach den Ausmaassen des Luftschachtes vorgesehenen erreichen.

An der Ventilationsanlage des Hygienischen Institutes ist weiter zu beanstanden, dass dem Umstand nicht Rechnung getragen ist, dass die Abluftschächte im Obergeschoss eine geringere Höhe besitzen. Da die Querschnitte der Abluftschächte in beiden Geschossen nur wenig differiren, ist bei gleicher Temperaturdifferenz die Leistung der Schächte im Obergeschoss mit nur 4,5 m Höhe erheblich geringer als die der Erdgeschossschächte mit 8,6 m Höhe. Das wird am besten aus einer Übersicht zu entnehmen sein.

	Höhe des Abluftschachtes.	Geschwindigkeit des Abluftstromes für 20° Temp. Differenz.	Querschnitt des Abluftschachtes	Abführbare Luftmenge pro Stunde.
Erdgeschoss:				
Chem. Laborator. . .	8,6 m	1,44 m	0,1	518
Bakteriolog. Laborator.	8,6 „	1,44 „	0,12	622
Direktorzimmer . . .	8,6 „	1,44 „	0,12	622
Bibliothekszimmer . .	8,6 „	1,44 „	0,0675	350
Obergeschoss:				
Privatlaborat. . . .	4,5 „	1,04 „	0,0625	234
Vorbereitungszimmer .	4,5 „	1,04 „	0,108	404
Hörsaal	4,5 „	1,04 „	0,12	449
Waagenzimmer . . .	4,5 „	1,04 „	0,09	337

Welche Ungleichmässigkeit in der Lüftung der Räume dadurch entsteht, ergiebt sich aus einer gleichzeitigen Berücksichtigung der Rauminhalte der einzelnen Räume.

	Cubikinhalt.	Stündliche Lüftung bei 20° Temperaturdiff. in cbm.	Auf 100 cbm Raum kommen cbm Ventilationsluft.
Erdgeschoss:			
Chem. Laborat. . .	154,6	518	335
Bakteriolog. Laborat.	103,8	622	600
Direktorzimmer . .	103,8	622	600
Bibliothekszimmer .	53,4	350	655
Obergeschoss:			
Privatlaborator. . .	77,6	234	300
Vorbereitungszimmer	82,6	404	490
Hörsaal.	176,6	449	250
Waagenzimmer . .	53,0	337	635

In Wirklichkeit herrscht, da die Schächte nicht für künstliche Beheizung eingerichtet sind, so gut wie niemals die oben angenommene Temperaturdifferenz von 20.° C. Die regelmässige Lüftung ist daher viel geringer. Für das bakteriologische Laboratorium, das Direktorzimmer, Bibliothekszimmer, Waagenzimmer und allenfalls auch für das Vorbereitungszimmer wäre sie ausreichend, wenn nicht die Zuluftschächte zu geringen Querschnitt hätten, für das chemische Laboratorium und den Hörsaal ist sie aber sicher unzureichend. In ersterem findet günstigstenfalls selbst bei 20.° Temperaturdifferenz nur eine dreimalige Lufterneuerung statt, bei letzterem, der für 30 Personen bestimmt ist, nur eine 2,5 malige.

Gerade im Hörsaal ist der Mangel genügender Lüftung während der Vorlesungsstunden am meisten empfunden worden. Während der Vorlesung stieg der CO_2-Gehalt der Luft stets weit über $1\,^0/_{00}$; nach der Vorlesung war immer jener bekannte Geruch der Luft eines mit Menschen überfüllten Raumes wahrzunehmen.

Der grösste Mangel der Ventilationsanlage ist aber dadurch gegeben, dass die Abluftschächte nicht über Dach geführt sind, sondern im Bodenraum ausmünden, und dass dieser selbst nicht genug gelüftet ist.

Im Hygienischen Institut münden in den Dachboden 10 Abluftschächte mit zusammen 0,9530 qm Querschnitt (vergl. Seite 8). An Lüftungsöffnungen für den Dachraum stehen aber nur 0,2932 qm zur Verfügung. Ferner liegen die Entlüftungsöffnungen des Dachbodens nur an einer Seite, der Ostseite des Gebäudes.

Dadurch werden nachstehende Verhältnisse geschaffen:

1. Bei Ostwinden drückt die äussere Luft in den Dachraum und presst die Bodenraumluft

gelegentlich in allen Luftschächten, welche nicht sehr warm sind, nach abwärts, so dass die Ventilation sich umgekehrt abspielt und die zugeführte Luft die stets im Bodenraum vorhandene schlechte Luft beigemischt erhält. In wärmeren Luftschächten bereitet zugleich die Luftpressung durch den Wind der Bewegung der Abluft ein gewisses Hinderniss.

2. Bei anderen Winden und bei Windstille entweicht die Abluft aus den wärmeren Schächten in den Bodenraum und mischt sich dort mit der vorhandenen Luft. Da nun die zu geringen Querschnitte der unter der Firstkante der Stirnwand des Gebäudes liegenden vier offenen Fenster der Bodenraumluft den Austritt ins Freie nicht unbehindert gestatten, kommt es ebenfalls zu Luftpressungen und es können die kälteren Abluftschächte entweder nicht funktioniren oder die Bodenluft tritt sogar rückläufig in die Räume ein, welche an den kälteren Abluftschächten liegen. Dasselbe tritt immer ein, wenn die Schächte ganz kalt sind, was im Winter häufig der Fall ist, da einige Räume nicht regelmässig beheizt werden.

Da die Bodenluft häufig sehr schlecht ist, so kann unter Umständen in diesen Räumen trotz mangelnder CO_2-Production ein fortwährendes Ansteigen des CO_2-Gehaltes der Luft beobachtet werden.*)

3. Wird einer der in einer Gruppe liegenden Luftschächte stark erwärmt, so kommt es vor, dass die Abluft aus diesem direkt in den nächst gelegenen kalten Abluftschacht eintritt und durch diesen einem andern Arbeitsraum im Erdgeschoss oder ersten Stockwerk zuströmt.

Aus diesen Verhältnissen erklärt sich eine häufig zu beobachtende Erscheinung, dass nämlich in den

*) Vgl. auch Wolffhügel, zur Lehre vom Luftwechsel, Archiv f. Hygiene, Bd. 18, pag. 228, Anm. 2.

Institutsräumen Gerüche herrschen, die nicht im Institut erzeugt worden sind. Es münden nämlich, wie schon erwähnt, in den Dachboden auch die Abluftschächte eines Laboratoriums des Chemischen Instituts; wird in diesem mit Brom oder Schwefelwasserstoff gearbeitet, so kann in den Räumen des Hygienischen Instituts ein unerträglicher Brom- und Schwefelwasserstoff - Geruch auftreten. Bemerken möchte ich noch, dass infolge dieser Anordnung nicht blos gasförmige Verunreinigungen zustande kommen. Wird der zu dem Complex von Abluftschächten gehörige Rauchschornstein gereinigt, was durch eine im Bodenraum liegende Öffnung erfolgt, so gelangt in grosser Menge Russ in die Abluftschächte, deren Wände meist unmittelbar nach einer Reinigung des Schornsteins dicht mit Russ bedeckt sind.

Durch eine Anzahl von Versuchen habe ich die erwähnten Übelstände direkt nachgewiesen.

1. Bei herrschendem Ostwind wurde geprüft, wie der Ventilationsstrom in den Abluftschächten war und zwar mit Hülfe des Recknagel'schen Differentialmanometers und Anemometers. Bei diesen Versuchen habe ich gefunden, dass die Ventilation häufig eine rückläufige war, d. h. die Abluftschächte förderten die Bodenraumluft in die Zimmer.

2. In den Luftschacht des grossen chemischen Laboratoriums wurde ein Schwefelwasserstoffentwickelungsapparat eingestellt und mit demselben reichlich Schwefelwasserstoff entwickelt. Der Luftschacht war vorher durch eine grosse Bunsenflamme stark erwärmt worden, während alle übrigen Schächte kalt waren.

In diese wurden etwas über den Sohlen derselben mit Bleiacetatlösung getränkte Papierstreifen aufgehängt, ebensolche auch etwa in der Mitte der

zugehörigen Zimmer. Das Ergebniss dieser Versuche war folgendes. Kurz nach der Entwickelung des Schwefelwasserstoffs trat eine Bräunung fast sämmtlicher Bleipapierstreifen ein und zwar zuerst und am stärksten im Privatlaboratorium und Vorbereitungszimmer. Etwas später und in geringem Maasse trat die Reaction auch im bakteriologischen Laboratorium, Direktorzimmer und im Bibliothekszimmer auf. Nur im Hörsaal blieb die Bräunung aus. In fast allen Räumen konnte man gleichzeitig mehr oder weniger den Geruch nach Schwefelwasserstoff wahrnehmen, am stärksten jedoch im Privatlaboratorium; dies hat seinen Grund darin, weil der Abluftschacht desselben direkt neben demjenigen des chemischen Laboratoriums ausmündet, in dem die Schwefelwasserstoffentwickelung stattfand.

Bei einem andern Versuch wurde im Dachbodenraum Schwefelwasserstoff entwickelt und zwar in der Mitte zwischen der östlichen und westlichen Schachtgruppe und auf den Eintritt von Schwefelwasserstoff durch die Abluftschächte in die Institutsräume in gleicher Weise mit Bleipapier geprüft. Auch in diesem Falle ergab der Versuch das Eintreten von reichlichen Mengen Schwefelwasserstoff in die Institutsräume und somit ein vollständiges Versagen der Ventilationsanlagen. Bei diesem Versuche trat die Reaction nach kaum fünf Minuten am stärksten im bakteriologischen Laboratorium ein, dann im Direktorzimmer.

Die vorstehenden Untersuchungsergebnisse sind darum besonders beachtenswerth, weil in neuester Zeit hier sehr häufig Ventilationsanlagen mit Ausmündung der Abluftschächte unter Dach gebaut worden sind. In dieser Weise z. B. münden die Abluftkanäle aus im Ständehaus, in der Universitäts-Augen- und -Ohrenklinik. Von den Architekten wird

diese Ausmündung der Abluftschächte unter Dach, abgesehen von architektonischen Rücksichten, deswegen besonders gern gewählt, weil bei ihr verhindert werden kann, dass senkrechte oder sehr steile Windstösse in die über Dach geführten Abluftschächte hineindrücken und die Ventilation umkehren. Wie man sieht, kann dieses Umkehren bei den Ausmündungen unter Dach auch schon durch horizontale Windstösse erfolgen. Wollte man letzteren Missstand unter Beibehalten der Ausmündungen der Abluftschächte unter Dach vermeiden, so müsste man sehr zahlreiche Dachfenster und zwar auf zwei gegenüberliegenden Seiten anbringen und dafür sorgen, dass dieselben stets geöffnet sind; aber auch dabei würde man nicht verhindern können, dass ein Theil der Abluft wieder anderen Räumen zugeführt würde, wenn nämlich deren Abluftschächte kalt sind; ausserdem würde durch diese ausgedehnte Communication der Bodenraumluft mit der frischen Luft die Wärmeöconomie des zunächst unter Dach liegenden Geschosses sehr geschädigt werden. Es ist jedenfalls besser und richtiger, die Abluftschächte über Dach ausmünden zu lassen und sie gegen steile Windstösse durch horizontale Schutzvorrichtungen zu schützen. Sehr gut kann dieser Schutz mit den sog. Wolpert-Aufsätzen erreicht werden.

Am fühlbarsten war der Missstand, dass die Abluft nicht frei entweichen konnte, jederzeit im Auditorium, in welchem zur Zeit der Vorlesungen eine erheblich grössere Zahl von Personen als in irgend einem anderen Raum versammelt ist. Hier erreichte, wie schon vorher erwähnt, der CO_2-Gehalt der Luft schon nach einer Stunde weit über 1 $^0/_{00}$, auch wenn die Ventilation scheinbar gut war. Nach Beendigung der Vorlesung herrschte in dem Raume jeder Zeit ein Geruch, wie er in schlecht gelüfteten,

mit vielen Menschen gefüllten Räumen wahrzunehmen ist. Am schlechtesten erschien die Luft während der bei künstlicher Beleuchtung gehaltenen Vorlesungen. Diese Beleuchtung erfolgte ursprünglich durch 8 Argandbrenner, welche etwas über Kopfhöhe angebracht waren und deren Verbrennungsprodukte durch unten trichterförmig erweiterte Blechcylinder von 3 m Länge direkt in den Bodenraum geleitet wurden. Die Luft in diesen Cylindern wurde durch die heissen Verbrennungsgase so stark erhitzt, dass ein mächtiger Ventilationsstrom durch die Cylinder ging, der so bedeutend war, dass die Flammen fortwährend flackerten, obwohl sie von Zugcylindern (aus Glimmer) umgeben waren.*) Diese 8 Blechcylinder wirkten als Lockkamine auf die Ventilation des Raumes ausserordentlich kräftig, sie bewirkten, dass zum Theil auch die Zuluft, weil der Querschnitt der Zuluftkanäle im Fehlboden nicht ausreichte, die abgesaugte Luft nachtreten zu lassen, durch den Abluftschacht zuströmte; da nun letzterer im Bodenraum mündet, so war diese letztere Zuluft Bodenraumluft, oder mit anderen Worten: was durch die Blechcylinder abgeführt wurde, wurde

---

*) Vermuthlich sind die ursprünglichen Glascylinder durch die Glimmercylinder ersetzt worden, weil sie bei dem Flackern der Flammen häufig sprangen. Beim Anzünden der Argandbrenner musste sehr schnell verfahren werden, da sich sonst in den Blechcylindern ein Gemisch von Leuchtgas und Luft bildete, das beim Entzünden explodirte; fast bei jedem Anzünden erfolgten solche Explosionen. Die Anlage, die bei Einrichtung des Instituts im Jahre 1887 auf Veranlassung des verstorbenen Professor Uffelmann gemacht wurde, hat sich wegen des Flackerns der Flammen und der Explosionsgefahr nicht bewährt und ist deshalb schon seit einer Reihe von Jahren nicht mehr benutzt worden, ausser an den Tagen, wo durch Störungen in der früheren privaten Centrale die ebenfalls vorhandene elektrische Beleuchtung des Hörsaals versagte.

durch den Abluftschacht zum grossen Theil wieder in den Hörsaal zurückgesaugt. Auf Veranlassung von Prof. Pfeiffer wurden diese Blechcylinder bei Einrichtung der neuen elektrischen Beleuchtung durch das städtische Elektricitätswerk beseitigt.

Die Ventilation des Hörsaals erfolgte nunmehr zunächst nur durch den doppelten Zuluftkanal und den Abluftschacht, bezw. bei Beheizung des Käufferschen Mantelofens durch den als Pulsionsventilator wirkenden Ofen. Diese Ventilation war aber niemals ausreichend, wie die nachfolgend mitgetheilten Ergebnisse einer Anzahl Versuche darthun. Diese Versuche wurden in der Weise angestellt, dass einige Minuten nach Beginn der Vorlesung und dann wieder nach Verlauf einer halben Stunde je zwei Proben der Luft des Hörsaals entnommen und nach der Pettenkofer'schen Methode auf ihren CO_2-Gehalt geprüft wurden. Gleichzeitig mit der Entnahme der Luftproben wurden Lufttemperaturen und Barometerstände abgelesen. Die Berechnung der Ventilationsgrösse erfolgte nach der Formel von Kohlrausch:

$$V = \frac{mq + (K_1 - K_2)\frac{\varepsilon}{\theta}}{\frac{K_1 + K_2}{2} - K}$$

Die CO_2-Produktionen der Anwesenden wurde in der Stunde zu 22,6 l pro Kopf und der CO_2-Gehalt der einströmenden Luft zu 0,5 $^0/_{00}$ angenommen. Bei jedem dieser Versuche wurde nach Beendigung der Vorlesung durch Wiedereintreten nach einiger Zeit festgestellt, ob die Luft riechende Beimengungen enthielt, was fast immer der Fall war.

Ich gebe hier einige Versuche wieder:

1. Versuch am 22./XI. 1900 bei gewöhnlicher Ventilation ohne Heizung des Abluftschachtes.

Anwesend: 12 Personen.

1. Luftprobe entnommen 7^{25}.
CO_2-Gehalt = 1,08 ‰ (Mittel).
Temperatur 21,4 ° C.
2. Luftprobe entnommen 7^{55}.
CO_2-Gehalt = 1,415 ‰ (Mittel).
Temperatur 21,5 ° C.

Ventilationsgrösse = { 128 cbm pro Stunde.
10,6 „ pro Kopf.

Lufterneuerung: 0,72.

2. Versuch am 29./XI. 1900 bei gewöhnlicher Ventilation ohne Heizung des Abluftschachtes.

Anwesend: 12 Personen.

1. Luftprobe entnommen 7^{25}.
CO_2-Gehalt = 0,98 ‰ (Mittel).
Temperatur: 18,8 ° C.
2. Luftprobe entnommen 7^{55}.
CO_2-Gehalt = 1,33 ‰ (Mittel).
Temperatur: 19,4 ° C.

Ventilationsgrösse = { 81,7 cbm pro Stunde.
6,8 „ pro Kopf.

Lufterneuerung: 0,46.

3. Versuch am 17./I. 1901 bei gewöhnlicher Ventilation ohne Heizung des Abluftschachtes.

Anwesend: 9 Personen.

1. Luftprobe entnommen 7^{27}.
CO_2-Gehalt = 1,165 ‰ (Mittel).
Temperatur: 20,2 ° C.
2. Luftprobe entnommen 7^{47}.
CO_2-Gehalt = 1,165 ‰ (Mittel).
Temperatur: 20,4 ° C.

Ventilationsgrösse = { 176,9 cbm pro Stunde.
19,5 „ pro Kopf.

Lufterneuerung: 1.

Der folgende 4. Versuch am 16./III. 1900 wurde nach der Seidel'schen Methode ausgeführt. Nach halbstündigem Brennen mehrerer kräftiger Gasflammen erfolgte die

1. Entnahme der Luftprobe

CO_2-Gehalt = 1,62 ‰ (Mittel).

Temperatur: 12,25° C.

Die zweite Probe wurde nach einer Stunde entnommen.

CO_2-Gehalt = 1,31 ‰ (Mittel).

Temperatur: 10,5° C.

Ventilationsgrösse: 57,27 cbm pro Stunde.

Aus den 3 ersten Versuchen ist zu ersehen, dass der schliessliche CO_2-Gehalt im Vergleich zu dem anfänglichen entschieden ein zu hoher, also der Luftwechsel ein ungenügender war. Es betrug nämlich die stündliche Ventilationsgrösse im Mittel nur 123,3 cbm und die Lufterneuerung 0,72 mal.

Da diese ungenügende Ventilation für den Hörsaal eines Hygienischen Instituts sicherlich unwürdig war, hat Prof. Pfeiffer beim Unterrichtsministerium beantragt, dass eine künstliche Ventilation für den Hörsaal geschaffen würde; dieselbe wurde nach Bewilligung der erforderlichen Mittel seitens des Ministeriums in der Weise ausgeführt, dass in den Abluftschacht dicht oberhalb der unteren Öffnung desselben ein kupfernes Spiralrohr mit zahlreichen kleinen Öffnungen eingesetzt und an die Gasleitung angeschlossen wurde. Dieser Spiralbrenner liefert eine ausserordentliche Wärme und bewirkt in dem Abluftschacht eine sehr bedeutende Temperaturerhöhung. Dieselbe kann durch die Flammenhöhe regulirt werden. Seitdem diese Anlage im Gebrauch ist, ist die Ventilation des Hörsaals eine sehr ausgiebige, wie die nachstehenden Ergebnisse meiner Versuche zeigen. In keinem Falle konnte nach

Beendigung der Vorlesung ein übler Geruch in dem Hörsaal wahrgenommen werden. Infolge der kräftigen Ventilation ist an manchen sehr kalten Tagen die Abkühlung der Zimmerluft eine sehr fühlbare gewesen.

Versuch am 6./XI. 1900 mit Flammenhöhe von $2^1/_2$ cm.

Anwesend: 13 Personen.

1. Luftprobe entnommen 7^{25}:
   CO_2-Gehalt = 1,34 ‰ (Mittel).
   Temperatur: 15,6° C.
2. Luftprobe entnommen 7^{55}:
   CO_2-Gehalt = 1,285 ‰ (Mittel).

Ventilationsgrösse = { 385,5 cbm pro Stunde.
                     { 29,6 „ pro Kopf.

Lufterneuerung 2,2 mal.

Versuch am 16./XI. 1900 bei 3 cm Flammenhöhe.

Anwesend: 14 Personen.

1. Luftprobe entnommen 7^{25}:
   CO_2-Gehalt = 1,4 ‰ (Mittel).
   Temperatur: 21,2° C.
2. Luftprobe entnommen 7^{55}:
   CO_2-Gehalt = 1,41 ‰ (Mittel).
   Temperatur: 21,6° C.

Ventilationsgrösse = { 391,1 cbm pro Stunde.
                     { 27,9 „ pro Kopf.

Lufterneuerung: 2,2 mal.

Versuch am 4./XII. 1900 bei 3 cm Flammenhöhe.

Anwesend: 11 Personen.

1. Luftprobe entnommen 7^{25}:
   CO_2-Gehalt = 1,52 ‰ (Mittel).
   Temperatur: 23,1° C.
2. Luftprobe entnommen 7^{55}:
   CO_2-Gehalt = 1,41 ‰ (Mittel).
   Temperatur: 24,1° C.

Ventilationsgrösse = { 266,6 cbm pro Stunde.
                     { 24,2 „ pro Kopf.

Lufterneuerung: 1,5 mal.

Versuch am 24./I. 1901 bei 3 cm Flammenhöhe.
Anwesend: 11 Personen.

1. Luftprobe entnommen 7^{25}:
CO_2-Gehalt = 0,92 ‰ (Mittel).
Temperatur: 23,3 ° C.
2. Luftprobe entnommen 7^{55}:
CO_2-Gehalt = 1,27 ‰ (Mittel).
Temperatur: 24,7 ° C.

Ventilationsgrösse = { 210,7 cbm pro Stunde. / 19,0 „ pro Kopf.

Lufterneuerung: 1,1 mal.

Auffällig muss erscheinen, dass der CO_2-Gehalt der Luft im Hörsaal zu Beginn des Versuches stets ein sehr hoher, fast immer über 1 ‰ war. Es rührt dies daher, dass in dem darunter liegenden bakteriologischen Laboratorium eine Anzahl Brutschränke aufgestellt ist, welche Tag und Nacht in Betrieb sind und die Luft dieses Raumes sehr mit CO_2 bereichern.

Es beträgt nach dieser zweiten Versuchsreihe die stündliche Ventilation im Mittel 313,4 cbm und die Lufterneuerung 1,75 mal.

Während wir also bei einer gewöhnlichen, d. h. ohne irgend welche die Ventilation begünstigenden künstlichen Faktoren sich vollziehenden Lüftung im Hörsaal einen geringen Luftwechsel, nämlich durchschnittlich nur 0,73fache Lufterneuerung hatten, ist derselbe bei Anwendung einer Heizanlage im Abluftschacht bedeutend gestiegen und während die Ventilation bei 0,5—1 facher Lufterneuerung nicht ausreichte der Luft den Charakter einer reinen d. h. von riechenden Ausscheidungsstoffen des Menschen freien zu verleihen, ist dies bei 1,5—2 facher Lufterneuerung möglich gewesen. In ersterem Falle betrug der stündliche Luftwechsel für den Kopf 6,8—19,5 cbm, im letzteren 19—29,6 cbm, eine Grösse, welche bekanntlich für Auditorien allgemein als nothwendig bezeichnet wird.

Bei vorstehenden Ventilationsbestimmungen bei geheiztem Abluftschacht wurden als höchster Luftwechsel 390 cbm. pro Stunde ermittelt. Wie aus dem auf Seite 13 mitgetheilten Versuch zu entnehmen ist, kann durch maximale Flammenhöhe des Spiralbrenners der stündliche Luftwechsel auf 460 cbm erhöht werden und eine weitere Steigerung des Luftwechsels kann noch erzielt werden, wenn man die Zuluftöffnungen durch ein offenes Klappfenster vermehrt. Man kann dadurch auf einen stündlichen Luftwechsel von 760 cbm gelangen. Der Hörsaal bietet Raum für 30 Zuhörer. Diesen kann also im Bedarfsfalle ein stündlicher Luftwechsel von 25 cbm gesichert werden und da dieses Mass von Lüftung pro Kopf bei einer nur einstündigen Vorlesungsdauer genügend ist, so kann die Ventilation des Hörsaals jetzt als ausreichend für alle Bedürfnisse bezeichnet werden.

Es ist aber zweifellos, dass diese gute Ventilation des Hörsaals zum Theil auf Kosten der Ventilation des übrigen Institutes erfolgt. Denn da die Luft im Dachraum nicht rasch genug entweichen kann, bedingt jede stärkere Entlüftung des Hörsaals eine Luftpressung im Dachboden, die dem Entweichen der Abluft aus den andern Räumen mehr oder weniger hinderlich ist.

Wären die Abluftschächte über Dach geführt, so würde dieser Fehler sicher vermieden werden können. Gleichzeitig würden dadurch die Abluftschächte um mehrere Meter an Höhe gewinnen, was auch eine Besserung des Luftwechsels herbeiführen würde. Allerdings würde der Missstand der zu engen Querschnitte der Zuluftkanäle immer noch fortbestehen.

Für die Räume, welche nur von wenigen Personen bewohnt werden, ist derselbe nicht sehr fühlbar, da, wie aus der Tabelle auf Seite 16 ersichtlich, der Luftwechsel immer noch ein genügender sein kann.

In den stärker besetzten Laboratorien ist der Luftwechsel aber ein zu geringer, und hier tritt als Zeichen dieser zu geringen Lüftung häufig reichliche Wasserdampfcondensation an Wänden und Decken auf. Es ist deshalb beabsichtigt bei den in nächster Zeit bevorstehenden Umbauten der Öfen die Zuluftkanäle mehr frei zu legen und in die Abluftschächte ebenfalls Heizspiralen einzusetzen.

Im Ganzen muss nach meinen Prüfungen die Ventilationseinrichtung des Instituts als nicht genügend bezeichnet werden. Zum Theil entschuldigt sich diese Mangelhaftigkeit derselben dadurch, dass das Gebäude ursprünglich nicht für Institutszwecke erbaut worden ist. Es war, wie eingangs erwähnt, zum Wohngebäude für den Direktor der früheren Frauenklinik bestimmt; für diesen Zweck bedurfte es aber keiner so ausgiebigen Lüftung der Räume. Nicht zu entschuldigen ist aber, dass die Abluftschächte nicht über Dach geführt wurden und dass die Zuluftkanäle einen geringeren Querschnitt haben, als die Abluftschächte, sowie der Reinigung nicht zugänglich sind.

Lebenslauf.

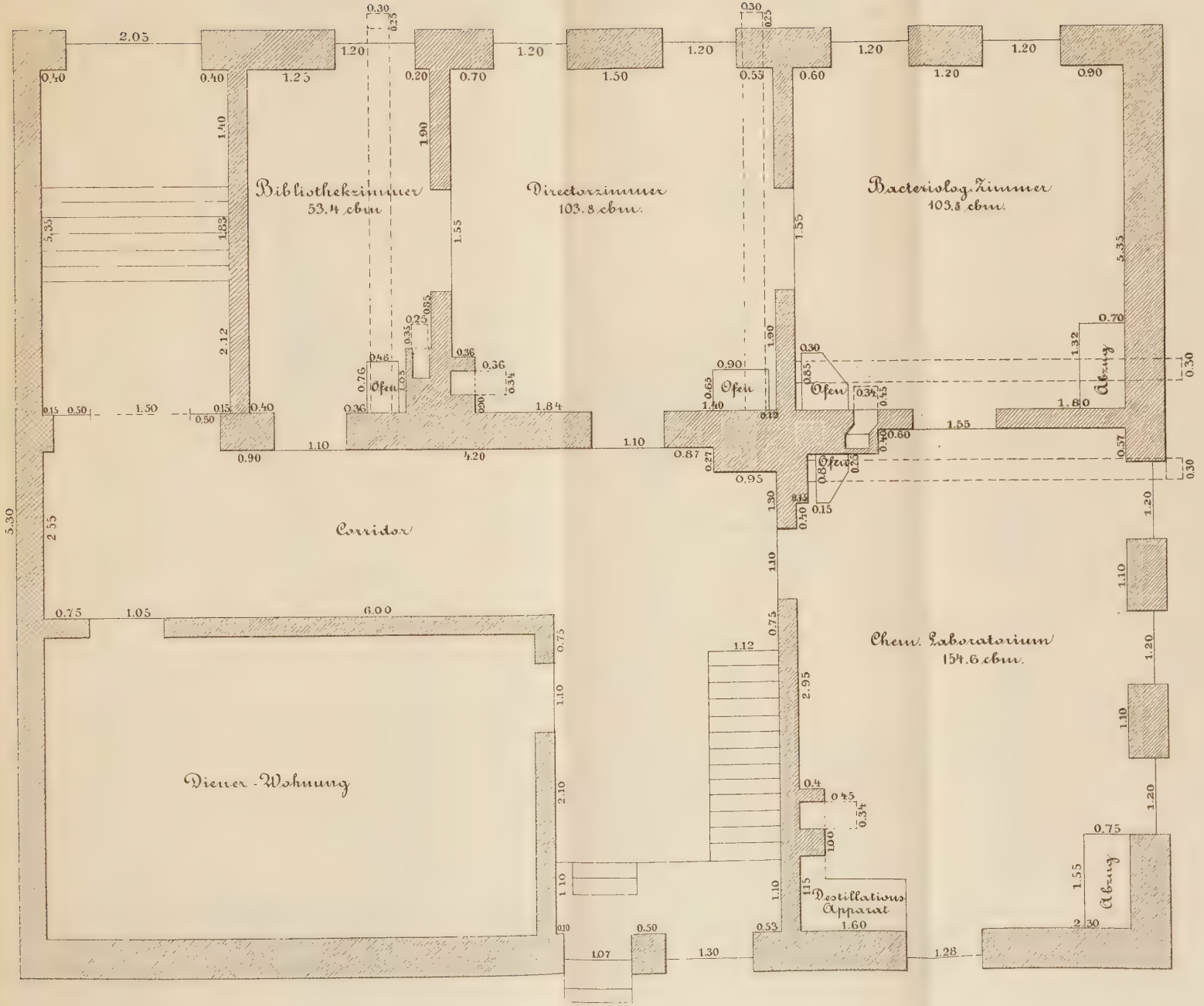
Ich, Maryan Foerster, kath. Confession, wurde am 9. April 1874 zu Posen als Sohn des Lehrers Aloisius Foerster geboren. Meine Vorbildung genoss ich auf den Königl. Gymnasien zu Posen und Düsseldorf am Rhein, welch letzteres ich Ostern 1896 mit dem Zeugniss der Reife verliess. Um Medizin zu studieren, besuchte ich die Universitäten in Breslau und Rostock, wo ich Ostern 1899 die ärztliche Vorprüfung bestand, am 17. Juli 1901 das medizinische Staatsexamen beendete und am 25. Juli 1901 das Examen rigorosum machte.

Ich halte es für eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Pfeiffer für die gütige Überweisung der Arbeit und die mir erwiesene Unterstützung bei Anfertigung derselben meinen aufrichtigsten, ergebensten Dank auszusprechen.

Ebenso erlaube ich mir, Herrn Dr. Balck, Assistenten am Hygienischen Institut, für die gütigen Rathschläge bei der Arbeit auch an dieser Stelle zu danken.

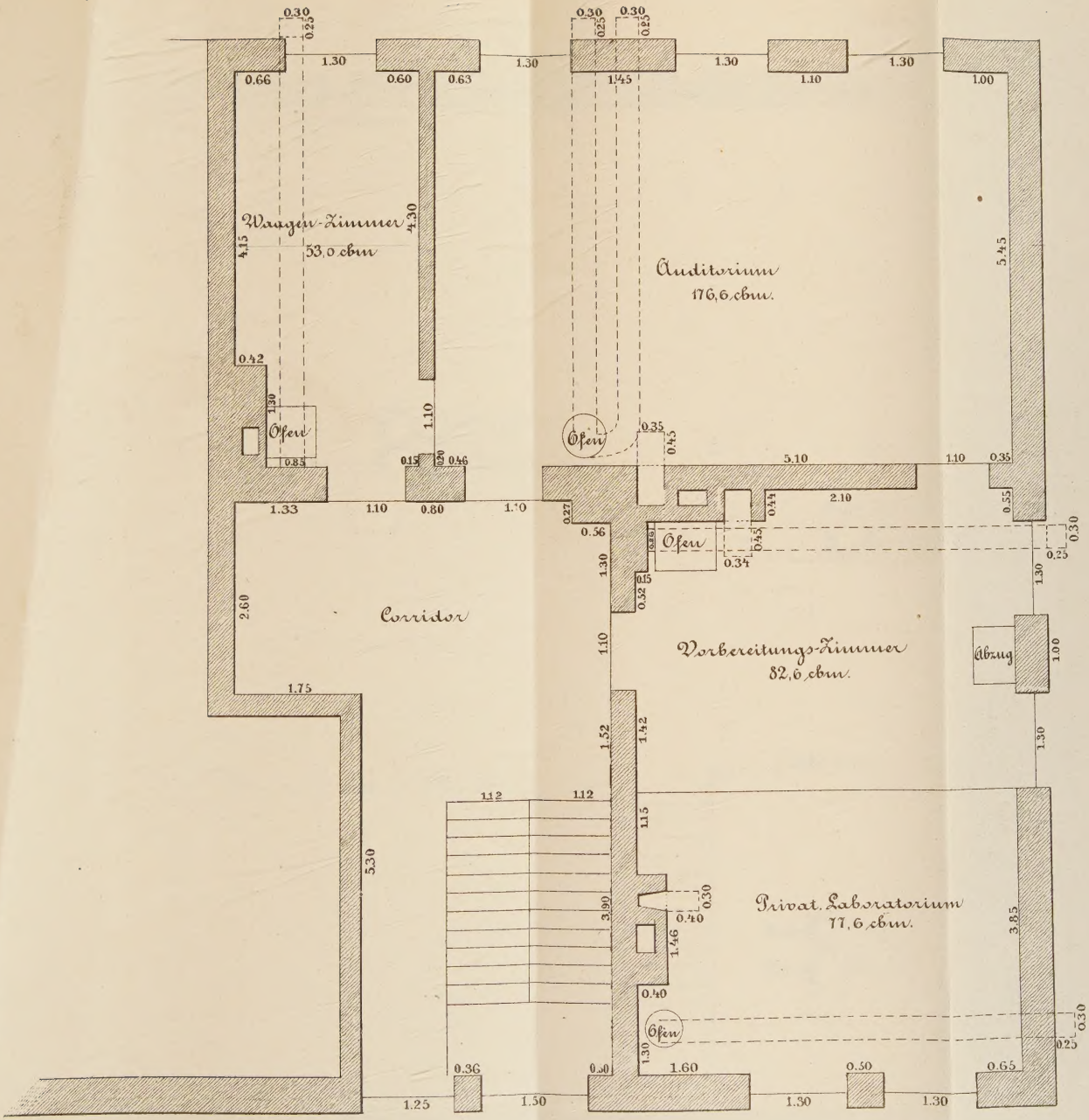
Tafel I

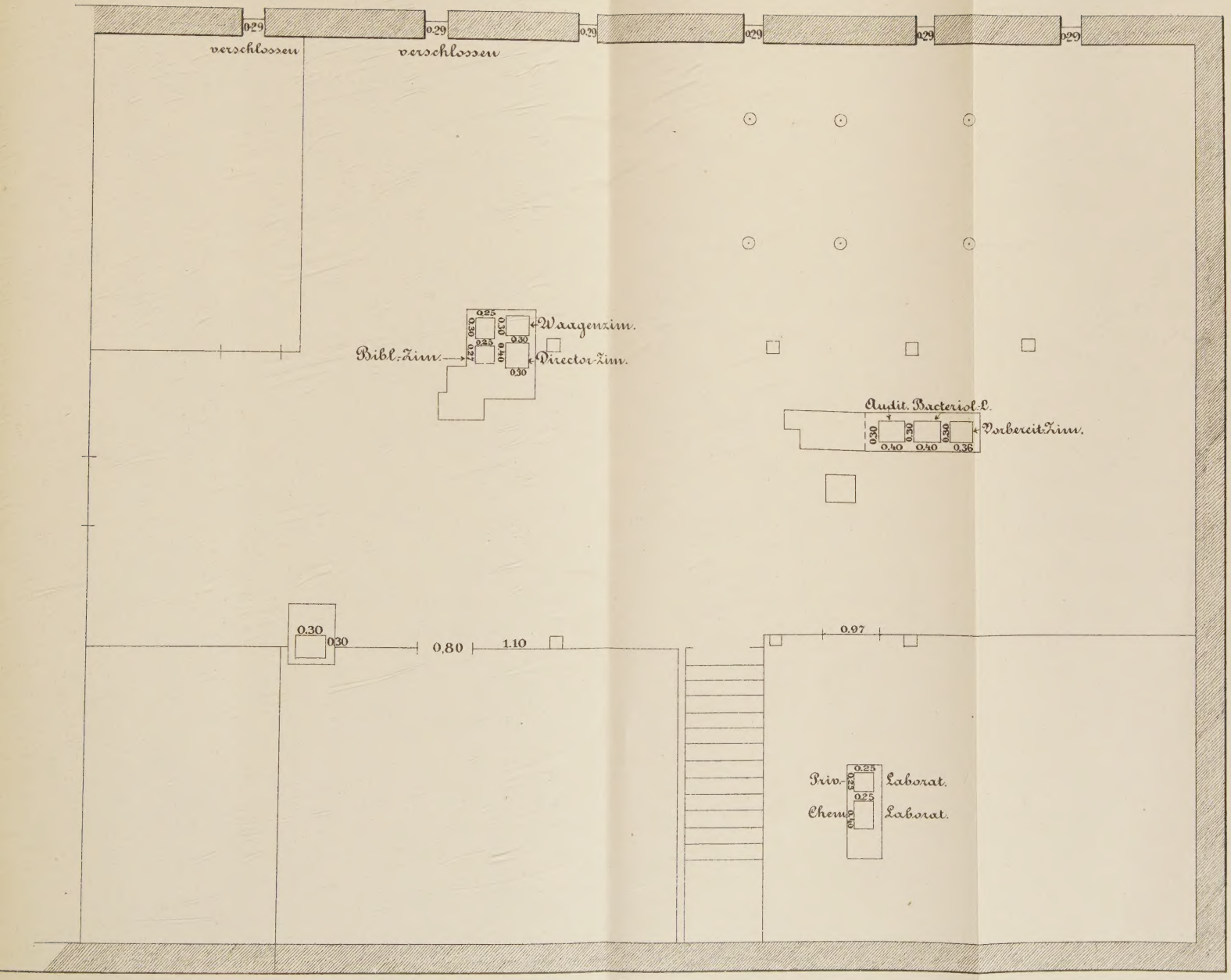
Erdgeschoss.



Tafel II.

I. Stockwerk



Tafel III.

II Stock (Speicher)